

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

## **ДЕТАЛИ МАШИН**

### **Рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ**

для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения»,  
6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и  
инструменты»

ФИО студента \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Шифр \_\_\_\_\_

(№ зачетной книжки)

Витебск  
2024

УДК 621.8  
ББК 34.44  
Д 38

Составители:

Г. И. Москалев, Д. Г. Латушкин

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» УО «ВГТУ»,  
протокол № 7 от 25.01.2024.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским  
советом УО «ВГТУ», протокол № 6 от 28.02.2024.

Д 38 **Детали машин** : рабочая тетрадь / Г. И. Москалев, Д. Г. Латушкин. –  
Витебск : УО «ВГТУ», 2024. – 29 с.

Рабочая тетрадь предназначена для оформления лабораторных работ по дисциплине «Детали машин» для студентов дневной формы обучения специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты».

**УДК 621.8**  
**ББК 34.44**

© УО «ВГТУ», 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ.....	5
1.1 Исходные данные.....	5
1.2 Содержание задания.....	5
1.3 Ход выполнения задания.....	5
2 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ.....	9
2.1 Исходные данные.....	9
2.2 Содержание задания.....	9
2.3 Ход выполнения задания.....	9
3 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕДУКТОРА.....	11
3.1 Исходные данные.....	11
3.2 Содержание задания.....	11
3.3 Ход выполнения задания.....	11
4 ПОДБОР И РАСЧЕТ КРЕПЕЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	17
4.1 Исходные данные.....	17
4.2 Содержание задания.....	17
4.3 Ход выполнения задания.....	17
5 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРУЖИН СЖАТИЯ И РАСТЯЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ САПР.....	21
5.1 Исходные данные.....	21
5.2 Содержание задания.....	21
5.3 Ход выполнения задания.....	21
6 РАСЧЕТ ШПОНОЧНЫХ И ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ САПР.....	24
6.1 Исходные данные.....	24
6.2 Содержание задания.....	24
6.3 Ход выполнения задания.....	24
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	28

## **ВВЕДЕНИЕ**

Лабораторные работы по дисциплине «Детали машин» выполняются студентами по методическим указаниям, приведенным в лабораторном практикуме. Настоящая рабочая тетрадь предназначена для оформления отчетов по лабораторным работам.

Рабочая тетрадь состоит из шести независимых друг от друга работ, каждая из которых имеет отдельный набор исходных данных, определяемых преподавателем.

При выполнении лабораторной работы студент должен выполнить необходимые измерения и расчеты, после чего аккуратно почерком, разборчиво, ручкой со стержнем синего, фиолетового или черного цвета заполнить соответствующий раздел рабочей тетради. Рисунки выполняются на специально отведенных для них местах (аккуратно, карандашом), вклейка печатных фрагментов не допускается.

# 1 ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

## 1.1 Исходные данные

Задана деталь в виде зубчатого колеса.

## 1.2 Содержание задания

1. Перечислить основные параметры зубчатого колеса.
2. Измерить шаг зубчатого колеса по основной окружности.
3. Записать результаты измерений и вычислений в таблицу 1.1.
4. Определить модуль зацепления, сравнить со стандартным, принять ближайшее значение.
5. Определить геометрические размеры зубчатого колеса, записать результаты вычислений в таблицу 1.2.
6. Выполнить эскиз зубчатого колеса.
7. Ответить на контрольные вопросы.

## 1.3 Ход выполнения задания

1. Перечислить основные параметры зубчатого колеса.
2. Подсчитать число зубьев колеса. Измерить шаг зубчатого колеса по основной окружности (рис. 1.1).
3. Полученные значения шага зубчатого колеса занести в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Результаты замера шага зубьев

Номер измерения	Расстояние между $n$ зубьями $W_{zn}$	Расстояние между зубьями $n+1$ $W_{zn+1}$	Шаг зубьев по основной окружности $S_b$
1			
2			
3			
Среднее значение			

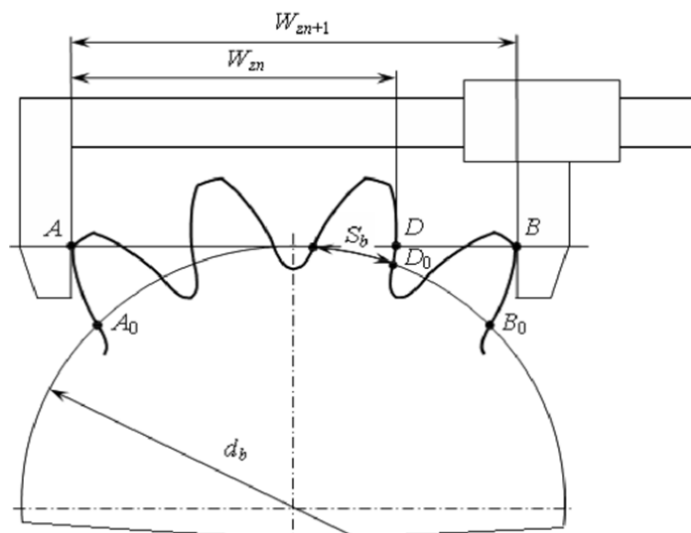


Рисунок 1.1 – Схема измерения шага по основной окружности

4. Определить расчетное значение модуля зацепления

$$m' = \frac{S_b}{\pi \cdot \cos \alpha} = \frac{W_{zn+1} - W_{zn}}{\pi \cdot \cos \alpha}$$

Полученное значение модуля зацепления округлить до ближайшего стандартного  $m =$  мм.

5. Определить геометрические размеры зубчатого колеса, записать результаты вычислений в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Геометрические параметры зубчатого колеса

Параметр зубчатого колеса	Расчетная формула	Значение
Шаг зубьев по делительной окружности	$S = \pi \cdot m$	
Шаг зубьев по основной окружности	$S_b = \pi \cdot m \cdot \cos \alpha$	
Диаметр делительной окружности	$d = m \cdot z$	
Диаметр основной окружности	$d_g = m \cdot z \cdot \cos \alpha$	
Диаметр вершин зубьев	$d_a = d + 2 \cdot m$	
Диаметр впадин зубьев	$d_f = d - 2,5 \cdot m$	
Толщина зуба по основной окружности	$P_g = W_{n+1} - n \cdot S_g$	

6. Представить эскиз изучаемого зубчатого колеса (с размерами)

7. Ответить на контрольные вопросы

1. Что такое модуль зубчатого колеса?

2. Как определить шаг зубчатого колеса?

3. Дайте понятие основной и делительной окружностей.

4. Какова зависимость между числом зубьев и диаметром зубчатого колеса?

5. Что называется коэффициентом смещения исходного контура?

6. Как изменяются основные параметры зубчатого колеса при смещении исходного контура?



## 2 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОБОЗНАЧЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

### 2.1 Исходные данные

Заданы подшипники разных видов и типов.

### 2.2 Содержание задания

1. Выполнить эскизы подшипников (табл. 2.1).
2. Записать и расшифровать условные обозначения подшипников.
3. Дать краткую характеристику подшипников.

### 2.3 Ход выполнения задания

1. Выполнить чертежи заданных подшипников.

Таблица 2.1 – Эскизы подшипников

1.	2.
3.	4.
5.	6.

2. Записать и расшифровать условные обозначения подшипников.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

3. Краткая характеристика подшипников.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

### **3 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕДУКТОРА**

#### **3.1 Исходные данные**

Задан одноступенчатый редуктор

#### **3.2 Содержание задания**

1. Определить тип редуктора.
2. Выполнить кинематическую схему редуктора. Указать достоинства и недостатки редукторов, выполненных по данной схеме.
3. Измерить основные размеры редуктора. Перечислить габаритные, присоединительные и исполнительные размеры редуктора.
4. Дать краткое описание конструкции корпуса вместе с крышками и сборки редуктора.
5. Изучить и описать детали, соединяющие и центрирующие верхнюю и нижнюю части корпуса, их местоположение и назначение. Выполнить эскизы.
6. Изучить и описать устройства для подъема и транспортировки частей корпуса и редуктора в сборе. Выполнить эскизы.
7. Изучить и описать принцип смазывания зацеплений и подшипников.
8. Изучить и описать устройства для заливки и слива масла, контроль уровня масла. Выполнить эскизы.
9. Изучить и описать уплотнения разъёма редуктора, назначение отдушины, уплотнения входного и выходного валов. Выполнить эскизы.
10. Определить основные параметры редуктора. Результаты записать в таблицу 3.1.
11. Сделать выводы, ответить на контрольные вопросы.

#### **3.3 Ход выполнения задания**

1. Тип редуктора

2. Кинематическая схема редуктора. Достоинства и недостатки редукторов, выполненных по данной схеме.

3. Основные размеры редуктора.

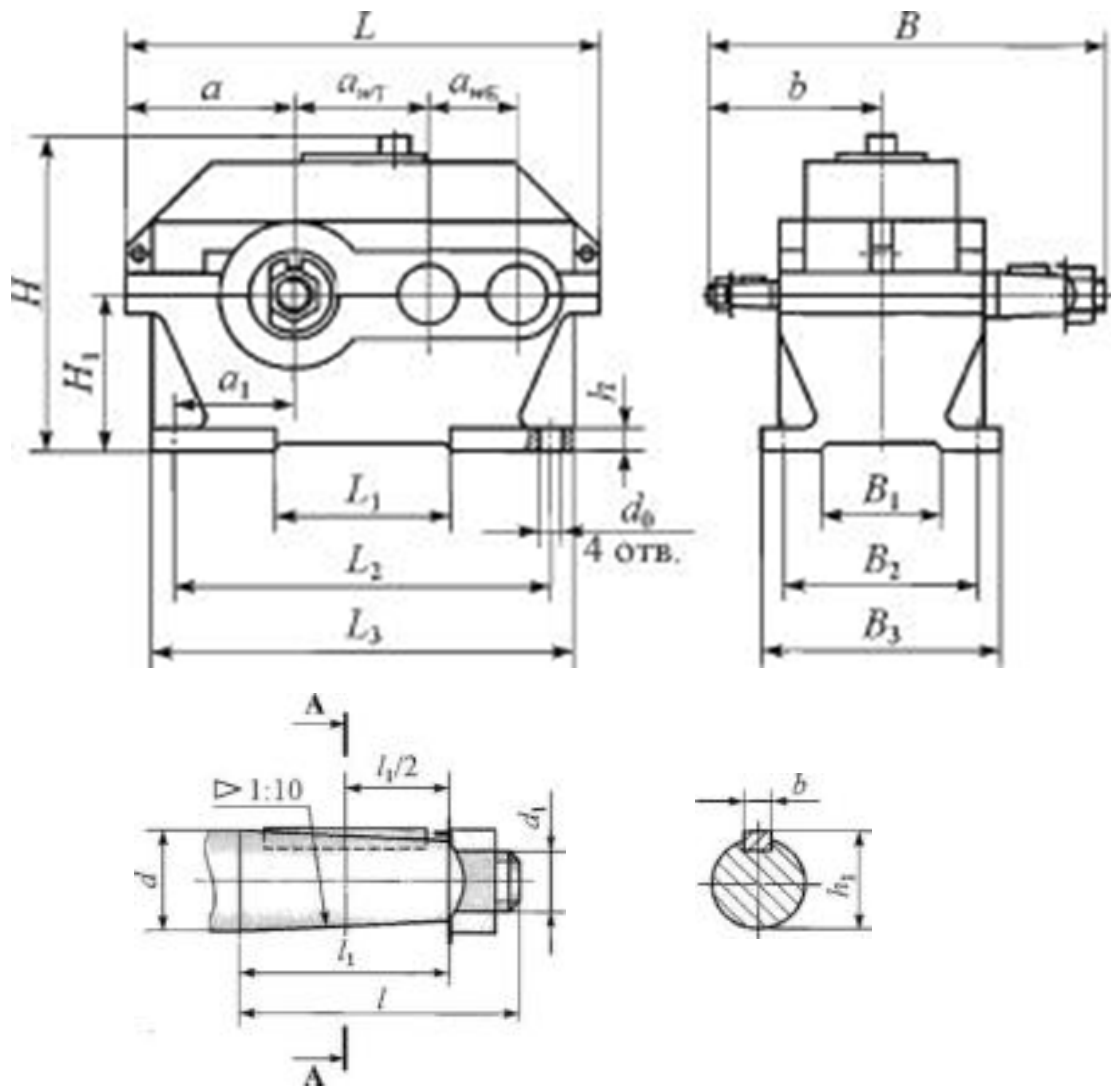


Рисунок 3.1 – Общий вид редуктор

Габаритные, присоединительные и исполнительные размеры редуктора:

4. Краткое описание конструкции корпуса вместе с крышками и сборки редуктора.

5. Детали, соединяющие и центрирующие верхнюю и нижнюю части корпуса, их местоположение и назначение.

6. Устройства для подъема и транспортировки частей корпуса и редуктора в сборе.

7. Смазывание зацеплений и подшипников.

8. Устройства для заливки и слива масла, контроль уровня масла.

9. Уплотнения разъёма редуктора. Назначение отдушины. Уплотнения входного и выходного валов.

10. Определение основных параметров редуктора.

Таблица 3.1 – Основные параметры редуктора

Параметр	Обозначение	Расчетная формула	Тихоходная ступень	Быстроходная ступень
Число зубьев шестерни	$Z_1$			
Число зубьев колеса	$Z_2$			
Передаточное число ступени	$u$			
Передаточное число редуктора	$u_p$			
Межосевое расстояние, мм	$a_w$			
Ширина шестерни, мм	$b_2$			
Ширина колеса, мм	$b_1$			
Коэффициент относительной ширины колес	$\psi_d$			
Модуль торцевой, мм	$m_t$			
Модуль нормальный, мм	$m_n$			
Угол наклона зуба	$\beta$			

11. Выводы, ответы на контрольные вопросы.

1. Каково назначение редуктора? Укажите связь между мощностями, частотами вращения и вращающими моментами на валах редуктора.

2. Поясните причину различия диаметров валов редуктора.

3. Как определить передаточное отношение редуктора без его разборки?

4. Чему равен угол зацепления в цилиндрических зубчатых передачах, изготовленных без смещения режущего инструмента?

5. Как определить диаметры делительные, вершин, впадин зубьев и межосевые расстояния при известных значениях модуля, чисел зубьев и угла их наклона?



## 4 ПОДБОР И РАСЧЕТ КРЕПЕЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

### 4.1 Исходные данные

Заданы детали крепежного соединения. Величина внешней нагрузки

$$F = \text{_____ Н}$$

### 4.2 Содержание задания

1. Определить вариант соединения.
2. Измерить параметры деталей крепежного соединения.
3. Выполнить расчет резьбового соединения.
4. Выполнить проверочный расчет соединения с использованием САПР.
5. Ответить на контрольные вопросы.

### 4.3 Ход выполнения задания

1. Определить вариант соединения.

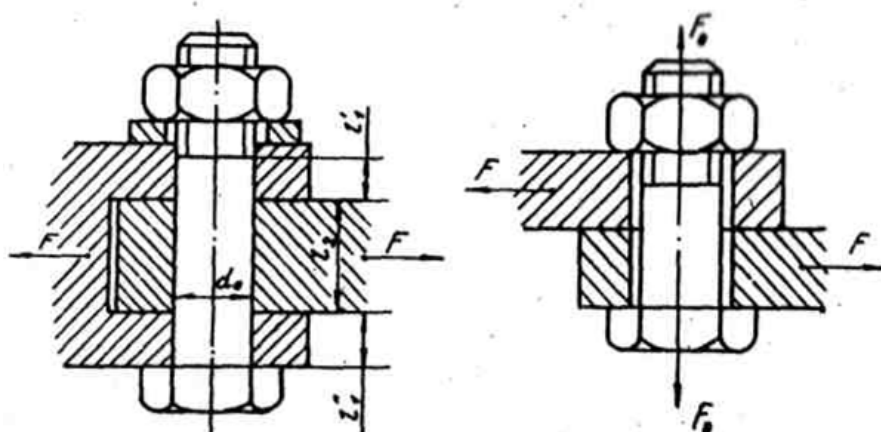


Рисунок 4.1– Варианты крепежного соединения

2. Измерить параметры деталей крепежного соединения. Параметры записать в таблицы 4.1–4.5.

Таблица 4.1 – Размеры шпильки

Геометрические характеристики, мм	Результаты измерений
$d$ – номинальный диаметр резьбы	
$p$ – шаг резьбы	
$l$ – длина шпильки	
$l_0$ – длина короткого резьбового конца	
$l_1$ – длина длинного резьбового конца	

Таблица 4.2 – Размеры болта (винта)

Геометрические характеристики, мм	Результаты измерений
$d$ – номинальный диаметр резьбы	
$d_0$ – диаметр гладкой части стержня болта	
$p$ – шаг резьбы	
$D$ – диаметр описанной окружности головки болта	
$S$ – размер головки болта под ключ	
$H$ – высота головки болта	
$l_0$ – длина резьбы	
$l$ – длина болта	

Таблица 4.3 – Размеры гайки

Геометрические характеристики, мм	Результаты измерений
$d$ – номинальный диаметр резьбы	
$p$ – шаг резьбы	
$D$ – диаметр описанной окружности гайки	
$S$ – размер гайки под ключ	
$H$ – высота гайки	

Таблица 4.4 – Размеры пружинной шайбы

Геометрические характеристики, мм	Результаты измерений
$d$ – внутренний диаметр	
$b$ – толщина шайбы	
$S$ – высота шайбы	

Таблица 4.5 – Размеры плоской шайбы

Геометрические характеристики, мм	Результаты измерений
$D$ – внешний диаметр	
$d$ – внутренний диаметр	
$S$ – высота шайбы	

### 3. Выполнить расчет резьбового соединения.

#### 3.1 Определить расчетную нагрузку на болт по формуле

$$F_{расч} = 1,3 \cdot F_0$$

$$F_0 = \frac{k_f \cdot F}{f \cdot n},$$

где  $k_f$  – коэффициент запаса сцепления при постоянной нагрузке;  $f$  – коэффициент трения в стыке деталей;  $n$  – число стыков соединяемых деталей;  $F$  – величина внешней нагрузки, Н (данные варианта).

$$F_0 = \frac{k_f \cdot F}{f \cdot n} = \frac{\cdot}{\cdot} =$$

$$F_{расч} = 1,3 \cdot F_0 = 1,3 \cdot \quad =$$

Проверить выполнение условия:

$$F_{мп.} \geq F,$$

$$F_{мп.} = f \cdot F_0 \cdot n.$$

#### 3.2 Определить допускаемые напряжения для болта (винта, шпильки):

$$[G_p] = \frac{G_T}{[S]},$$

где  $G_T$  – предел текучести материала болта, МПа;  $[S]$  – допускаемый коэффициент запаса прочности

$$[S] = \frac{2200 \cdot K}{900 - (70000 - F_{расч.})^2 \cdot 10^{-7}},$$

где  $K = 1$  для болтов из углеродистых сталей;  $K = 1,25$  для болтов из легированных сталей;  $F_{расч.}$  – расчетная нагрузка на болт, Н

$$[S] = \frac{2200 \cdot K}{900 - (70000 - F_{расч.})^2 \cdot 10^{-7}} = \frac{2200 \cdot}{900 - (70000 - \quad)^2 \cdot 10^{-7}} =$$

$$[G_p] = \frac{G_T}{[S]} = \frac{\quad}{\quad} =$$

3.3 Определить диаметр стержня болта из условия прочности:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4F_p}{\pi \cdot [G_p]}}, \text{ мм},$$

где  $d_1$  – внутренний диаметр резьбы.

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot F_p}{\pi \cdot [G_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \quad}{\pi \cdot \quad}} =$$

По ГОСТ 24705-81 подобрать ближайший больший  $d_1$  и выписать  $d$ ,  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $p$  для выбранной резьбы.

По ГОСТ 5915-70 и ГОСТ 6402-70 выбрать гайку и шайбу и записать их основные размеры.

4. Выполнить проверочный расчет с использованием САПР Компас 3D/ Autodesk Inventor.

5. Ответить на контрольные вопросы.

1. Указать основные критерии работоспособности резьбовых соединений.

2. Назвать основные типы резьб, привести их классификацию.

3. Основные параметры резьбы.

## 5 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРУЖИН СЖАТИЯ И РАСТЯЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ САПР

### 5.1 Исходные данные

Данные для проектирования пружины сжатия:

- класс пружины \_\_\_\_\_;
- разряд пружины \_\_\_\_\_;
- материал пружины \_\_\_\_\_;
- число поджатых и обработанных витков с одной стороны \_\_\_\_\_;
- сила пружины при предварительной деформации ( $F_1$ ) \_\_\_\_\_, Н;
- сила пружины при рабочей деформации ( $F_2$ ) \_\_\_\_\_, Н;
- рабочий ход пружины \_\_\_\_\_, мм.

Данные для проектирования пружины растяжения:

- класс пружины \_\_\_\_\_;
- разряд пружины \_\_\_\_\_;
- материал пружины \_\_\_\_\_;
- сила пружины при предварительной деформации ( $F_1$ ) \_\_\_\_\_, Н;
- сила пружины при рабочей деформации ( $F_2$ ) \_\_\_\_\_, Н;
- рабочий ход пружины \_\_\_\_\_, мм.

### 5.2 Содержание задания

1. Провести проектный расчет пружины сжатия в САПР по методике ГОСТ 13765-86.
2. Выбрать наиболее подходящий вариант пружины сжатия из предложенных.
3. Построить чертеж пружины в САПР, рассчитанные параметры пружина занести в таблицу 5.1.
4. Провести проектный расчет пружины растяжения в САПР по методике ГОСТ 13765-86.
5. Выбрать наиболее подходящий вариант пружины растяжения из предложенных.
6. Построить чертеж пружины в САПР, рассчитанные параметры пружина занести в таблицу 5.2.

### 5.3 Ход выполнения задания

1. Провести проектный расчет пружины сжатия в САПР по методике ГОСТ 13765-86.

2. Выбрать наиболее подходящий вариант пружины сжатия из предложенных.

Пружина № \_\_\_\_\_ по ГОСТ 13771-86.

3. Рассчитанные параметры пружины сжатия и занести в таблицу 5.1.

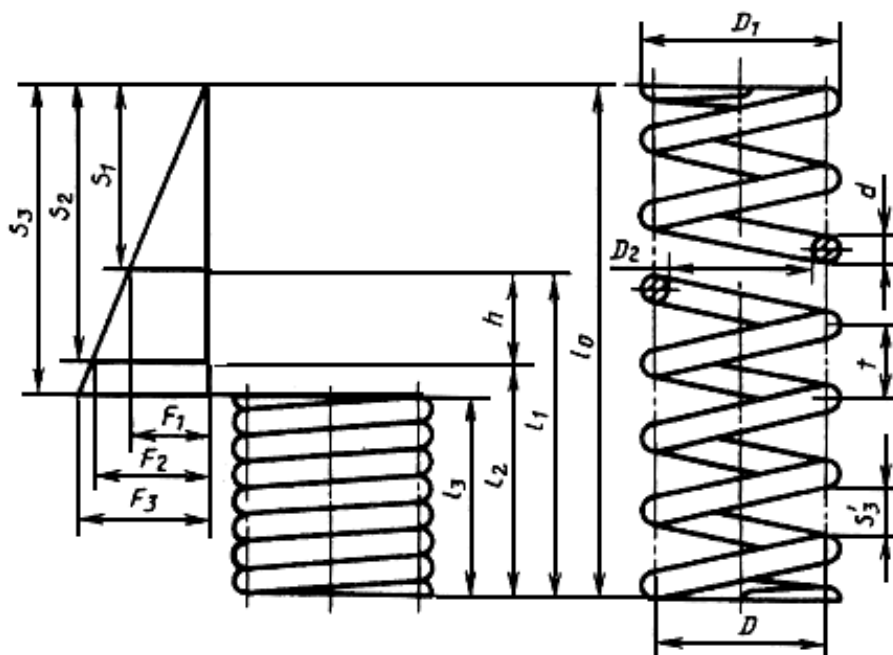


Рисунок 5.1 – Параметры пружины сжатия

Таблица 5.1 – Результаты расчетов пружины сжатия

$S_1$ , мм	$S_2$ , мм	$S_3$ , мм	$F_1$ , Н	$F_2$ , Н	$F_3$ , Н	$D$ , мм	$D_1$ , мм	$D_2$ , мм
$d$ , мм	$t$ , мм	$S'_3$ , мм	$l_0$ , мм	$l_1$ , мм	$l_2$ , мм	$l_3$ , мм	$h$ , мм	

4. Провести проектный расчет пружины растяжения в САПР по методике ГОСТ 13765-86.

5. Выбрать наиболее подходящий вариант пружины растяжения из предложенных.

Пружина № \_\_\_\_\_ по ГОСТ 13771-86.

6. Рассчитанные параметры пружины растяжения занести в таблицу 5.2.

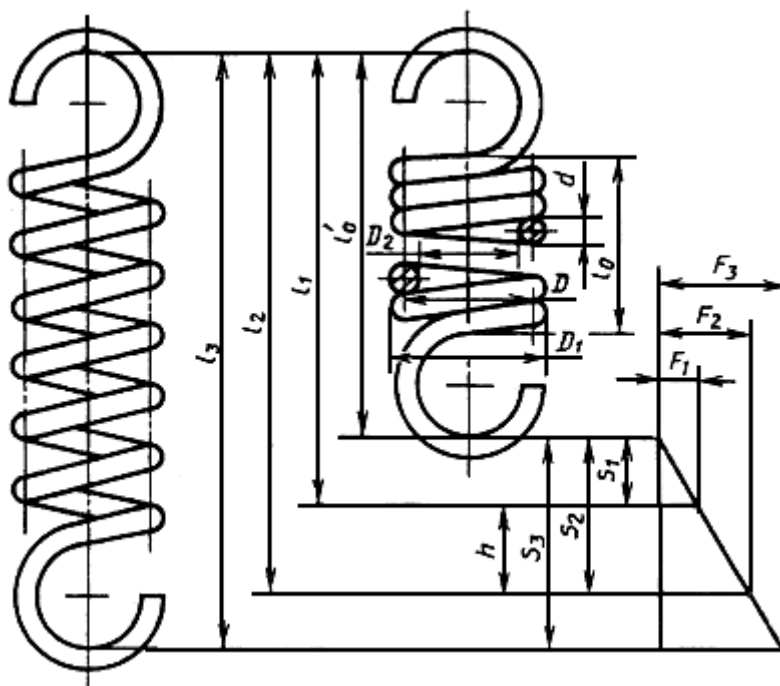


Рисунок 5.2 – Параметры пружины сжатия

Таблица 5.2 – Результаты расчетов пружины растяжения

$S_1$ , мм	$S_2$ , мм	$S_3$ , мм	$F_1$ , Н	$F_2$ , Н	$F_3$ , Н	$D$ , мм	$D_1$ , мм	$D_2$ , мм
$d$ , мм	$t$ , мм	$l'_0$ , мм	$l_0$ , мм	$l_1$ , мм	$l_2$ , мм	$l_3$ , мм	$h$ , мм	

## 6 РАСЧЕТ ШПОНОЧНЫХ И ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ САПР

### 6.1 Исходные данные

Заданы детали шпоночного и шлицевого соединения.

Передаваемый соединением вращающий момент \_\_\_\_\_ Нм.

### 6.2 Содержание задания

1. Изучить схему шпоночного соединения (рис. 6.1).
2. Определить размеры шпоночного соединения, результаты измерений занести в таблицу 6.1.
3. Рассчитать шпоночное соединение по напряжениям смятия.
4. Рассчитать максимальный момент, передаваемый шпоночным соединением.
5. Изучить схему шлицевого соединения (рис. 6.2).
6. Определить размеры шлицевого соединения, результаты измерений занести в таблицу 6.2.
7. Рассчитать шлицевое соединение по напряжениям смятия.
8. Рассчитать максимальный момент, передаваемый шлицевым соединением.
9. Ответить на контрольные вопросы.

### 6.3 Ход выполнения задания

1. Изучить схему шпоночного соединения.

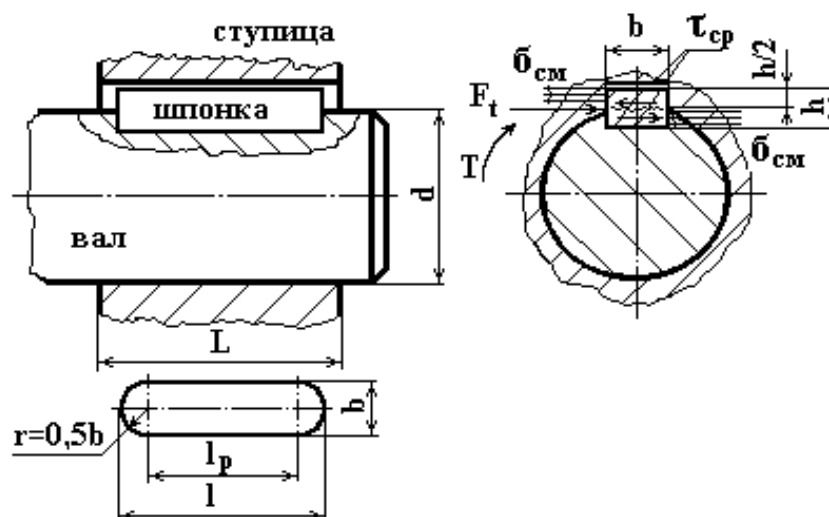


Рисунок 6.1– Схема шпоночного соединения

2. Определить размеры шпоночного соединения.



Таблица 6.1 – Размеры и условное обозначение призматической шпонки

Геометрические характеристики, мм	Результаты измерений
$d$ – номинальный диаметр вала	
$b$ – ширина шпонки	
$h$ – высота шпонки	
$l$ – длина шпонки	
$l_p$ – рабочая длина шпонки	
Условное обозначение: Шпонка	ГОСТ 23360-78

3. Рассчитать шпоночное соединение по напряжениям смятия:

$$\sigma_{см} = \frac{F_t}{A_{см}} = \frac{4 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot h \cdot l_p} \leq [\sigma]_{см}$$

где  $F_t = 2T \cdot 10^3 / d$  – окружная сила от момента  $T$  (Нм), действующая на боковую грань шпонки;  $A_{см} = hl_p / 2$  – площадь смятия;  $l_p = l - b$  – рабочая длина шпонки;  $l = L - (8...10)$  мм – общая длина шпонки;  $L$  – длина ступицы;  $[\sigma]_{см} = 80...150$  МПа – допускаемое напряжение смятия в неподвижных соединениях с призматическими шпонками.

$$\sigma_{см} = \frac{4 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot h \cdot l_p} = \frac{4 \cdot \quad \cdot 10^3}{\quad \cdot \quad} \leq [\sigma]_{см} =$$

4. Рассчитать максимальный момент, передаваемый шпоночным соединением, МПа

$$T_{max} = 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot [\sigma]_{см} \cdot d \cdot h \cdot l_p = 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad =$$

5. Изучить схему шлицевого соединения

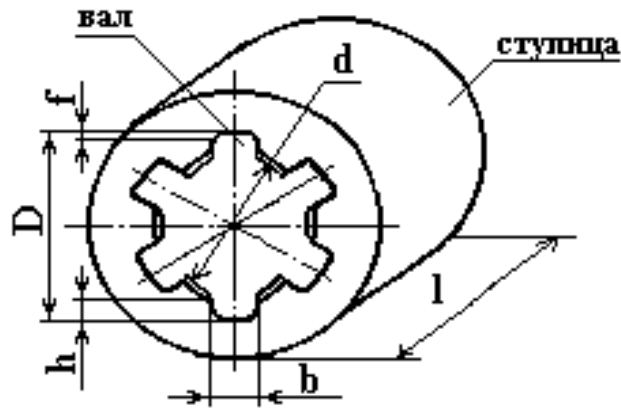


Рисунок 6.2 – Схема шлицевого соединения

6. Определить размеры шлицевого соединения.

Таблица 6.2 – Размеры и условное обозначение прямобочных шлицев

Геометрические характеристики, мм	Результаты измерений
$d$ – номинальный внутренний диаметр	
$D$ – наружный диаметр шлицев	
$b$ – ширина шлицев	
$f$ – фаска шлицев	
$z$ – число шлицев	
$l$ – длина шлицев	
Условное обозначение:	ГОСТ 1139-80

7. Рассчитать шлицевое соединение по условию прочности на смятие

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d_{cp} \cdot h \cdot l \cdot z \cdot K_3} \leq [\sigma]_{см}$$

где  $T$  – номинальный передаваемый соединением вращающий момент, Нм;  
 $z$  – число зубьев (шлицев);  $d_{cp}$  – средний диаметр соединения, мм;  
 $K_3 = 0,7 \dots 0,8$  – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по зубьям (шлицам);  $[\sigma]_{см} = 60 \dots 100$  Мпа – допускаемое напряжение смятия; для неподвижных соединений при средних условиях эксплуатации и твердости материала шлицев не более НВ 350;  $h$  – высота шлицев, мм; для прямобочных шлицев:

$$h = (D - d) / 2 - 2f$$

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d_{cp} \cdot h \cdot l \cdot z \cdot K_3} = \frac{2 \cdot \quad \cdot 10^3}{\cdot \cdot \cdot \cdot} = \leq [\sigma]_{см} =$$

8. Рассчитать максимальный момент, передаваемый шлицевым соединением

$$T_{max} = 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot [\sigma]_{см} \cdot d_{cp} \cdot h \cdot l \cdot z \cdot K_3 = 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot =$$

9. Ответить на контрольные вопросы.

1. К какому типу соединений деталей машин относятся шпоночные и шлицевые соединения?

2. Каково основное назначение шпоночных и шлицевых соединений?

3. Какие посадки рекомендуются для шпонки в паз вала и в паз ступицы?

4. Какое из исследованных соединений и почему обладает большей нагрузочной способностью по передаваемому вращающему моменту?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учебное пособие / П. Ф. Дунаев, О. П. Лелинов ; под ред. О. А. Ряховского. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. – 564 с.

2. Детали машин : методические указания к лабораторным работам для студентов / УО «ВГТУ» ; сост.: Г. Н. Федосеев, В. С. Бабаев, А. В. Карпушко. – Витебск, 2008. – 53 с.

Учебное издание

Москалев Геннадий Иванович  
Латушкин Дмитрий Григорьевич

## **ДЕТАЛИ МАШИН**

Рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ

Редактор *Р. А. Никифорова*  
Корректор *А. С. Прокопюк*  
Компьютерная верстка *Д. Г. Латушкин*

---

Подписано к печати 04.03.2024. Формат 60x90<sup>1/8</sup>. Усл. печ. листов 3,6.  
Уч.-изд. листов 1,2. Тираж 50 экз. Заказ № 70.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»  
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Витебский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.